

УДК 669.02(07)

к.т.н. Гахов П. Ф.,
к.ф.-м.н. Харитоненко А. А.
(ЛГТУ, г. Липецк, Россия)

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЫЧАЖНО-ЭКСЦЕНТРИКОВОГО МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА ШАГАЮЩИХ БАЛОК ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 200 Т

Представлена методика проектирования рычажно-эксцентрикowego механизма подъема шагающих балок, входящих в состав конвейера возвратно-поступательного типа. Выбрана схема балки для транспортного конвейера, способная транспортировать рулоны широкополосных станков между цехами и внутри цеха.

Ключевые слова: механизм подъема, рычажно-эксцентрикый, шагающая балка, конвейер, методика, расчёты, компоновка, проектирование.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Шагающая балка входит в состав цепи шарнирно связанных между собой балок конвейера возвратно-поступательного типа, в котором в исходном положении все балки находятся ниже уровня пола (стационарных балок). В месте загрузки кран или кантователь укладывает рулон на пол для отправки, а в месте выгрузки снимает с пола поступивший рулон. После загрузки-выгрузки рулонов все балки поднимаются выше уровня пола и поднимают все рулоны, лежащие на полу и на балках.

Для подъема все балки оборудованы рычажно-эксцентрикowymi механизмами с гидравлическим приводом.

После подъема все балки при помощи одного или двух гидроцилиндров перемещаются на величину шага, например, $t = 3000$ мм. После остановки все балки опускаются ниже уровня пола и укладывают рулоны на стационарные балки, а балки, опустившись ниже уровня пола, возвращаются на величину шага в исходное положение.

Анализ исследований и публикаций.

На основании изучения аналогов конструкций выбрана структурная схема механизма подъема (рис.1), в котором балка 8 опирается на четыре ходовых колеса 3, попарно установленных на оси 1. Для независимого вращения каждое колесо на роликовых подшипниках 2 установлено на ось. Фиксация подшипников в колесе и на оси осуществля-

ется стопорными пружинными кольцами. На каждой оси между колесами устанавливаются зеркально расположенные между собой эксцентрикые втулки 4 с двуплечими рычагами 7. На наружном диаметре эксцентрикых втулок предусмотрены посадочные места для подшипников 5, на которые опираются четыре стойки 6 балки 8 [1, 2].

Верхние приводные плечи соединены с осью 11, на которой установлен шарнирный подшипник скольжения 10 для соединения с вилкой штока 9 гидроцилиндра подъема балки (рис.2). Нижние плечи (рис.1) рычага 3 — ведомые, служат для соединения с тягой 5, которая соединена с нижними рычагами эксцентрикых втулок, установленных на другой оси. Соединение ведомых рычагов с тягой обеспечивает синхронный поворот эксцентрикых и параллельный подъем (опускание) балки.

Цель (задачи) исследований.

Методику проектирования рассмотрим на примере следующего задания.

Спроектировать рычажно-эксцентрикый механизм подъема шагающей балки для транспортировки рулонов (рис. 2):

1. Масса рулона $m=30000$ кг.
2. Диаметр рулона наружный $D = 2500$ мм.
3. Количество рулонов на балке $z=4$.
4. Высота подъема балок выше уровня пола $h_1=40$ мм.
5. Общая высота подъема балок $h=60$ мм.
6. Привод механизма подъема балок гидравлический.

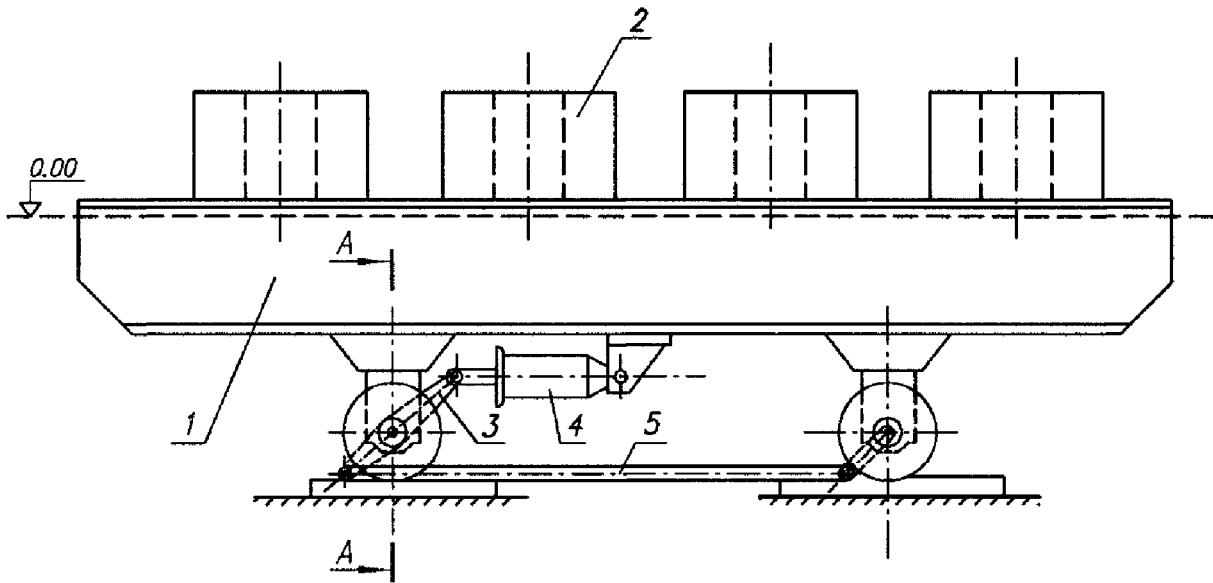


Рисунок 1 Схема механизма подъема балки грузоподъемностью 200 т

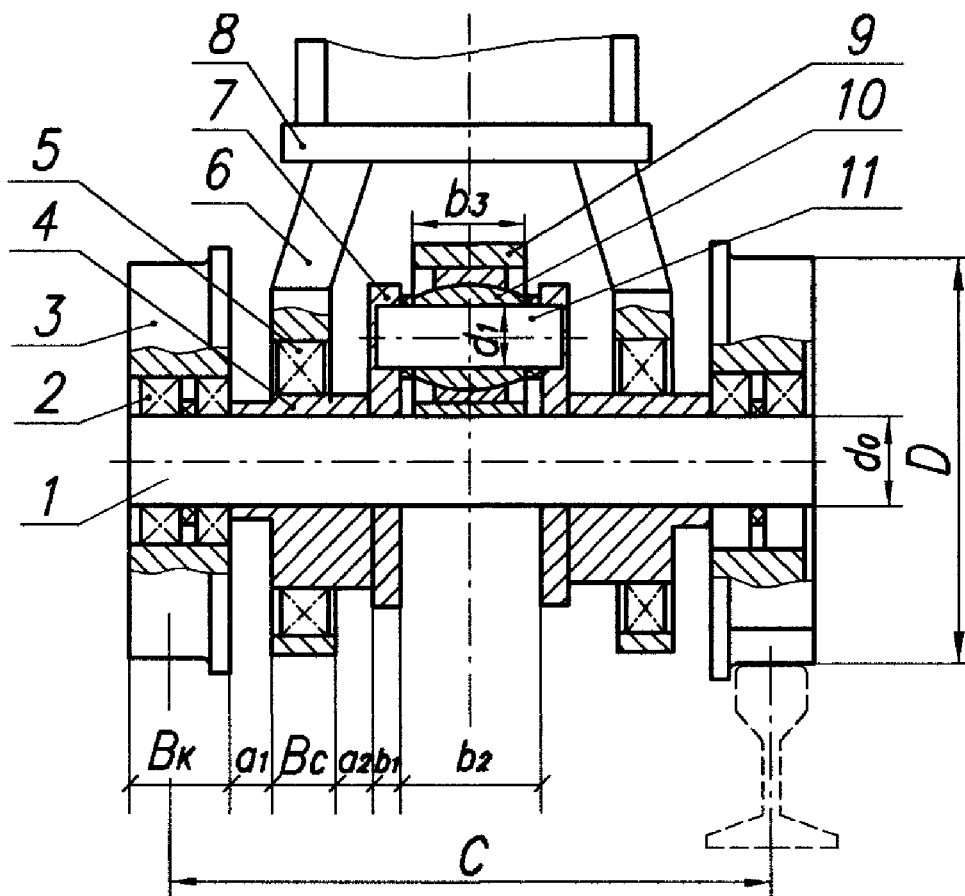


Рисунок 2 Структурная схема расположения деталей рычажно-эксцентрикового механизма подъема

Изложение материалов исследований.

После выбора состава и расположения оборудования производится определение размеров деталей в следующем порядке:

1. Определяется нагрузка на колесо

$$P_k = 1,2 \cdot z \cdot m \cdot g / 4 = 1,2 \cdot 4 \cdot 30000 \cdot 9,8 / 4 \approx 360 \text{ кН},$$

где 1,2 — коэффициент, учитывающий вес самой балки.

2. Определяется расчетная нагрузка на ходовое колесо

$$P_p = \kappa_n \cdot \kappa_v \cdot P_k = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 360 = 432 \text{ кН},$$

где κ_n — коэффициент, учитывающий неравномерное распределение нагрузки на одно колесо с плоским рельсом; $\kappa_n = 1,2$;

κ_v — коэффициент, учитывающий влияние скорости движения; $\kappa_v = 1,0 + 0,2 \cdot V \approx 1,0$.

По расчетной нагрузке в справочнике по грузоподъемным машинам выбирается требуемый диаметр колеса $D_k = 700$ мм с общей шириной обода $B_k = 160$ мм.

Производится проверка колеса по удельному давлению

$$p = P_p / (D_k \cdot B_k) = 432000 / (700 \cdot 160) \approx 3,86 \text{ МПа} \leq [p] = 5,0 \text{ МПа}.$$

3. Рассчитывается нагрузка на подшипник, установленный в ходовом колесе

$$P_{подш} = P_p / n = 432 / 2 = 216 \text{ кН}.$$

По допустимой статической грузоподъемности $C_0 = 280$ кН выбирается роликовый подшипник № 2232 с размерами $D \cdot d \cdot B = 240 \cdot 160 \cdot 48$ мм. Таким образом, внутренний диаметр подшипника будет соответствовать диаметру оси ходовых колес $d = 160$ мм.

4. Выполняется компоновка подшипников в ходовом колесе (рис. 3).

Для фиксации подшипников в колесе и на оси выбираются стопорные пружинные кольца.

5. Определяется радиус эксцентриситета втулки по следующим данным:

- высота подъема балки $h = 60$ мм достигается поворотом эксцентриковой втулки на угол $\alpha = 120^\circ$;

- транспортировку рулонов производят при уровне балки на $h_1 = 40$ мм выше уровня пола, а возвращение балки в исходное положение — ниже уровня пола на $h_2 = 20$ мм;

- для устойчивой транспортировки рулонов векторы сил веса балки и рулонов должны проходить через центр вращения ходовых колес.

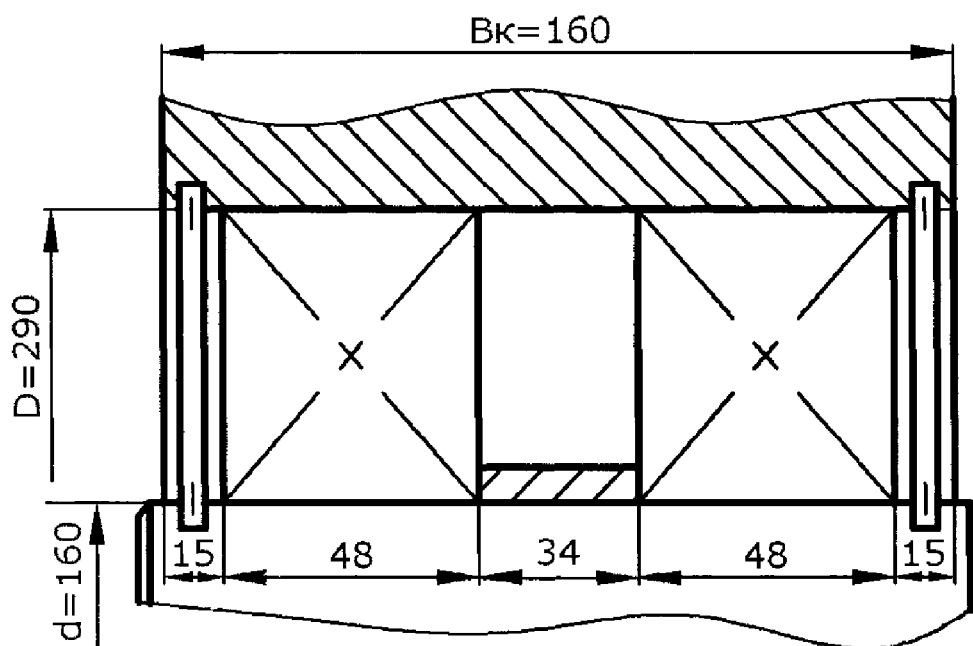


Рисунок 3 Установка роликовых подшипников № 2232 в ходовом колесе

Схема установки эксцентриковых втулок с рычагами на оси ходовых колёс приведена на рисунке 4.

Для определения радиуса эксцентриситета (рис. 5):

- строится окружность оси ходовых колёс $d=160$ мм с системой координат в точке O ;

- по вертикали от точки O откладывается отрезок $OA=h_1=40$ мм, что соответствует положению радиуса эксцентриситета $r_3=40$ мм, когда балка находится над уровнем пола в устойчивом положении;

- радиусом $r_3=40$ мм проводится дуга, равная углу поворота (опускания балки) $\alpha=120^\circ$. Точка A_1 соответствует нижнему положению балки.

6. Определяется наружный диаметр эксцентриковой втулки, предназначенной для посадки опорного подшипника стойки балки.

Для определения наружного диаметра строится диаметр оси $d=160$ мм (рис. 6). На вертикали выше точки O центра вращения отмечается точка A на расстоянии, равном радиусу эксцентриситета $r_3=40$ мм.

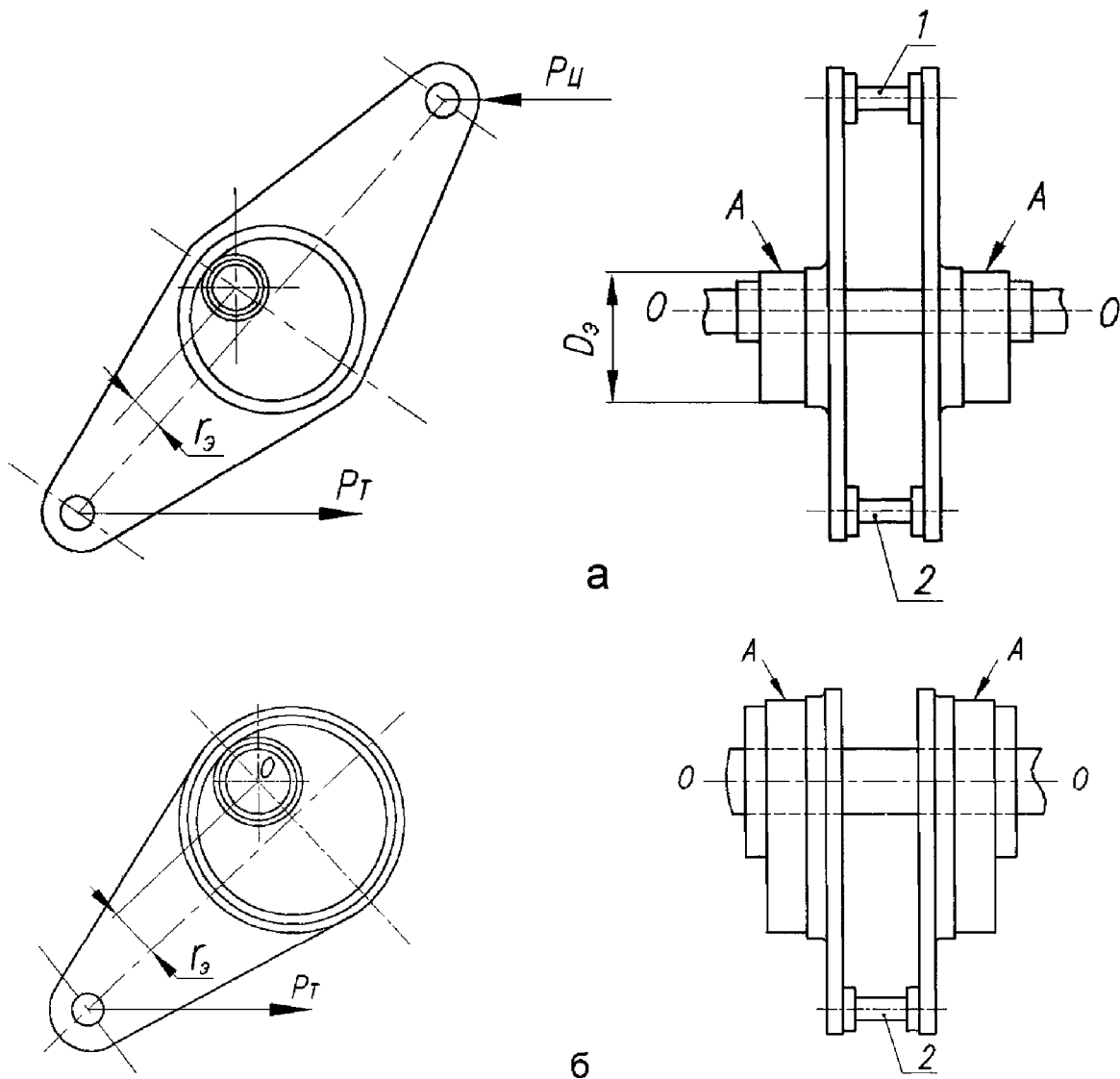


Рисунок 4 Схема установки эксцентриковых втулок с рычагами на оси ходовых колёс:

а – ведущие рычаги втулок; б – ведомые рычаги втулок;

1 – ось для штока гидроцилиндра; 2 – ось для соединительной тяги

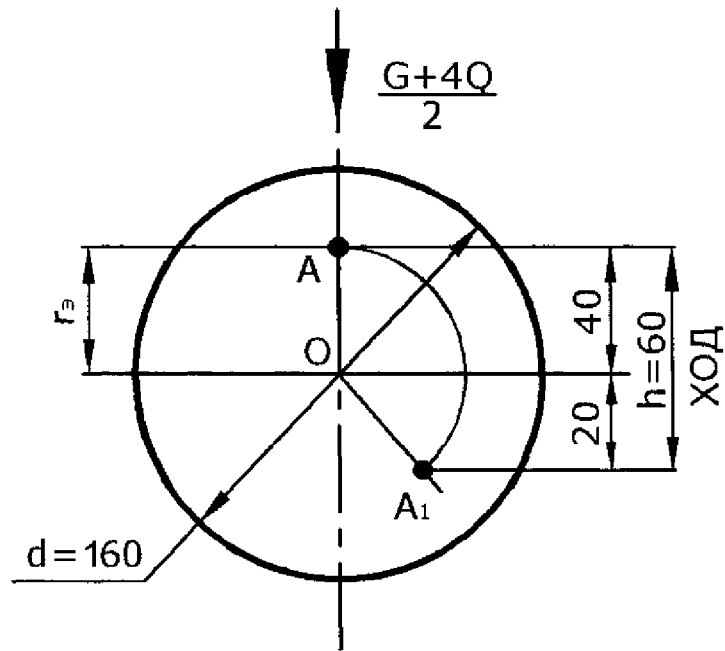


Рисунок 5 Схема к определению радиуса эксцентриситета для эксцентриковой втулки

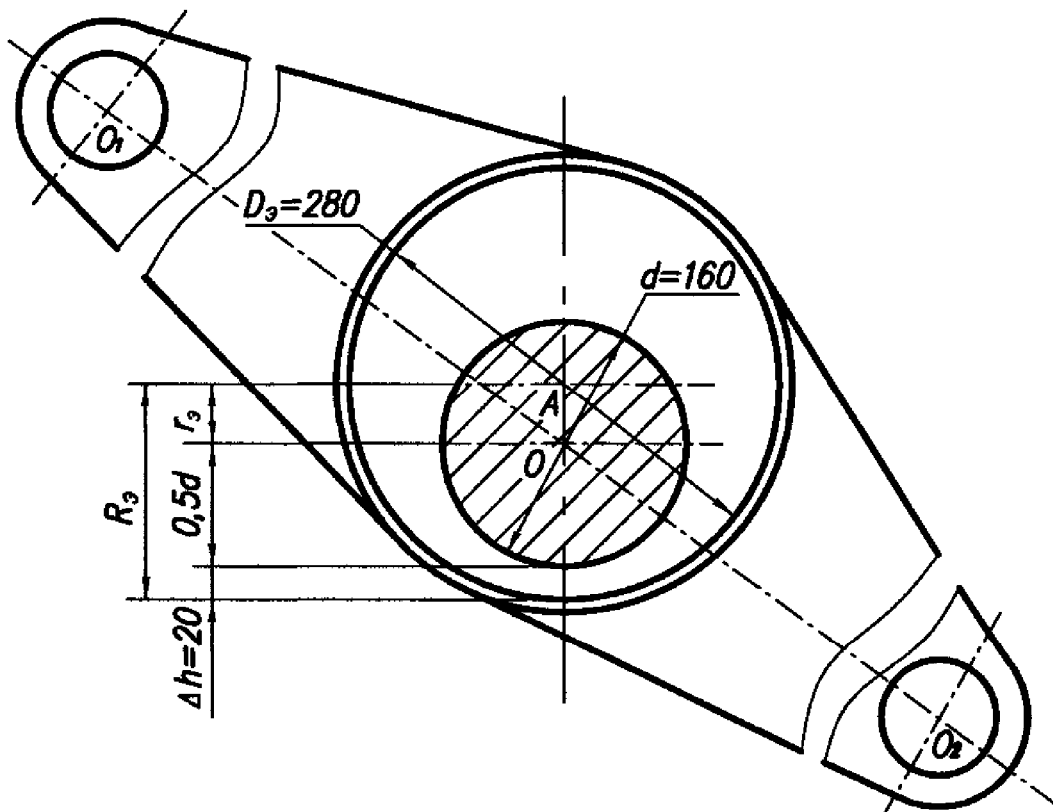


Рисунок 6 Схема для определения наружного диаметра эксцентриковой втулки

Принимается условие, что в самом тонком месте эксцентриковой втулки ее толщина $\Delta h = 20$ мм. Тогда радиус наружного диаметра

$$R_3 = r_3 + 0,5 \cdot d + \Delta h = 40 + 0,5 \cdot 160 + 20 = 140 \text{ мм,}$$

а наружный диаметр

$$D_3 = 2 \cdot R_3 = 2 \cdot 140 = 280 \text{ мм.}$$

7. Выбор подшипника с внутренним диаметром, равным $D_3 = 280$ мм.

Для наружного диаметра, равного 280 мм, выбирается роликовый подшипник № 31356 с размерами $D \times d \times B = 400 \times 280 \times 72$ мм.

Компоновка данного подшипника в стойке показана на рисунке 7.

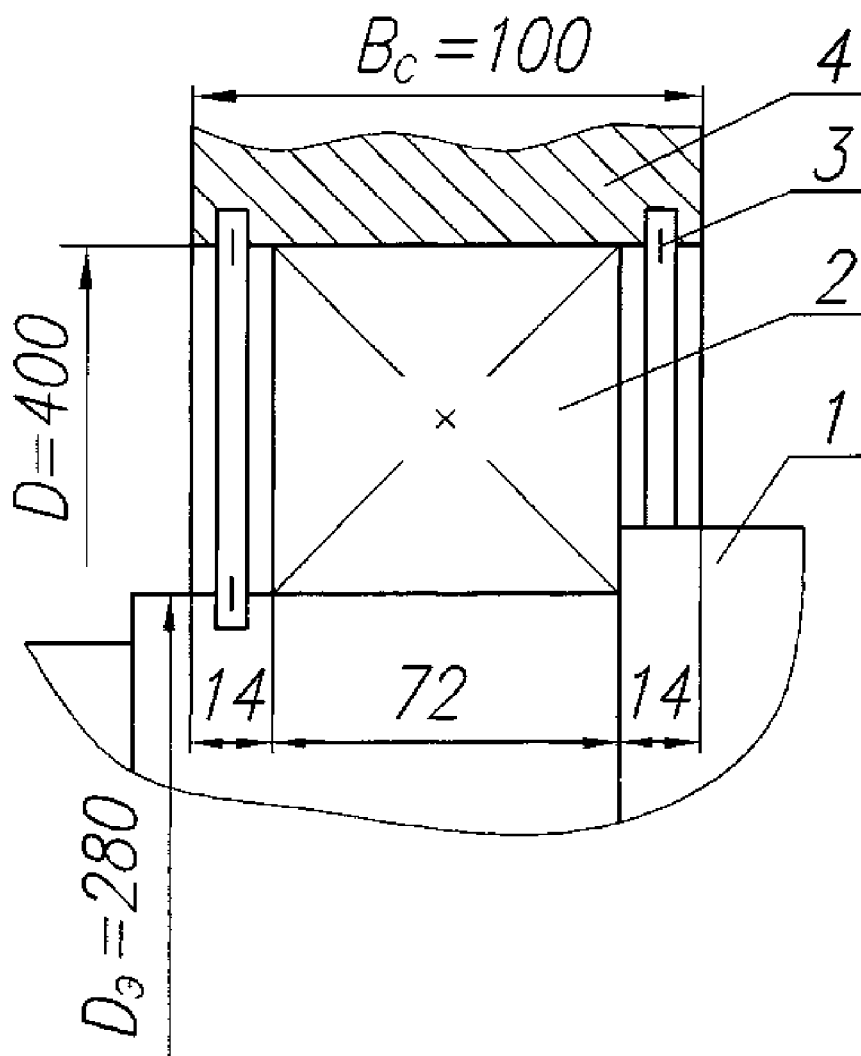


Рисунок 7 Схема установки подшипника № 31356

8. Выбор взаимного расположения рычага и радиуса эксцентрика.

Взаимное расположение радиуса и эксцентрика необходимо выбрать из условия, что при максимальном подъеме балки (рис. 8) радиус эксцентриситета r_3 (звено AO) должен находиться на вертикали, проходящей через центр (точка O) вращения

ходовых колес, и совпадать с вектором сил веса балки и рулонов.

Также принимается условие, что ось гидроцилиндра в начале и в конце движения штока находится на линии, параллельной дну балки.

Взаимное расположение рычага привода эксцентрика и радиуса эксцентрика

приведено на рисунке 8, где через точку O от вертикали проведены оси расположения под углом $\alpha/2=120^\circ/2=60^\circ$ справа и слева ведущего и ведомого рычагов.

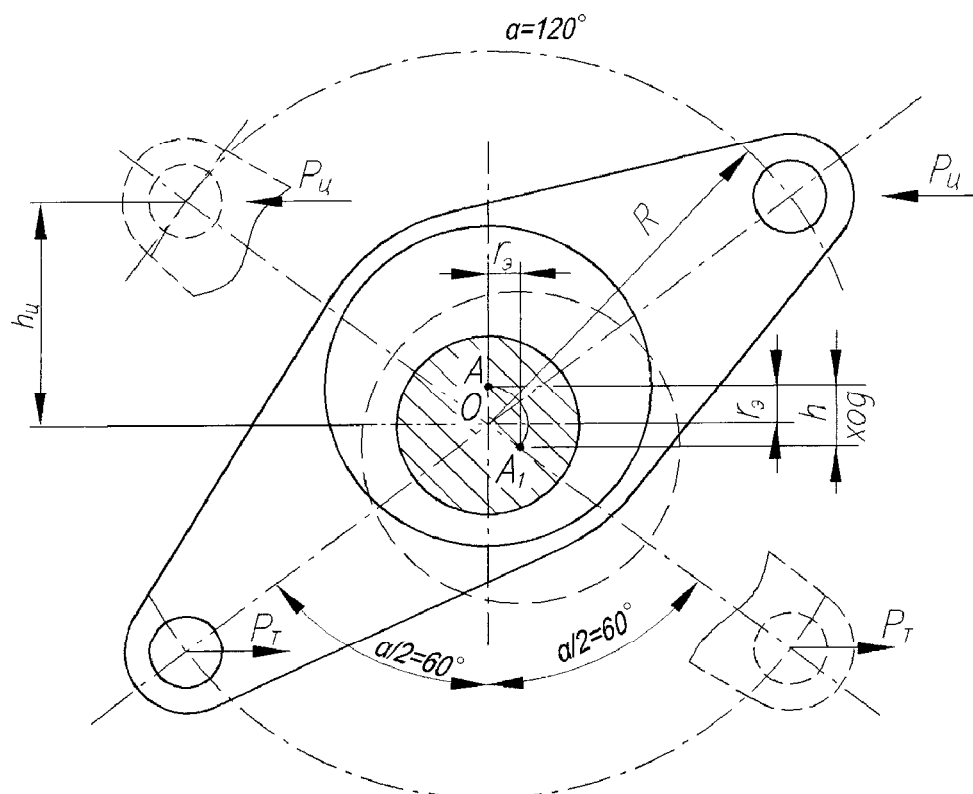


Рисунок 8 Схема взаимного расположения эксцентриковой втулки и рычагов цилиндра и тяги

Выводы.

Величину радиуса ведущего и ведомого рычагов конструктор выбирает самостоятельно, с учётом того что при вертикаль-

ном положении рычагов головка штока гидроцилиндра не соприкасалась с днищем балки, например, $R=350$ мм.

Библиографический список

1. Жильцов, А. П. Обеспечение конструкторской подготовки студентов бакалавриата на основе комплекса методологически связанных дисциплин [Текст] / А. П. Жильцов, С. Ю. Галкин // Успехи современного естествознания. — 2014. — №2. — С. 113–115.
2. Жильцов, А. П. Основы проектирования узлов и механизмов металлургических машин [Текст] : учеб. пособие / А. П. Жильцов, П. Ф. Гахов, А. А. Харитonenко. — Липецк : изд-во ЛГТУ, 2013. — 157 с.

© Гахов П. Ф.

© Харитonenко А. А.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. СИиИГ ЛГУ им. Даля Харламовым Ю. А., к.т.н., проф. каф. ММК ДонГТУ Ульянищким В. Н.

Статья поступила в редакцию 27.01.17.

к.т.н. Гахов П. Ф., к.ф.-м.н Харитоненко А. А. (ЛДТУ, м. Липецьк, Росія)

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ВАЖІЛЬНО-ЕКСЦЕНТРИКОВОГО МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ КРОКУЮЧИХ БАЛОК ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ 200 Т

Представлена методика проектування важільно-ексцентрикового механізму підйому кроківних балок, що входять до складу конвеєра зворотно-поступального типу. Обрана схема балки для транспортного конвеєра здатна транспортувати рулони широкосмугових станів між цехами і всередині цеху.

Ключові слова: механізм підйому, важільно-ексцентриковий, кроківна балка, конвеєр, методика, розрахунки, компоновка, проектування.

Ph.D. Gakhov P. F., Candidate of Physical and Mathematical Sciences Kharitonenko A. A. (LSTU, Lipetsk, Russia)

DESIGN TECHNIQUE FOR THE LEVER-ECCENTRIC MECHANISM OF THE WALKING BEAMS LIFTING WITH 200 T CARRYING CAPACITY

The design technique for the lever-eccentric mechanism of the walking beams lifting, which are part of the back-and-forth conveyor is presented. A beam scheme for a transport conveyor is selected to provide transporting the rolls from broadband rolling mills between the shops and inside the shop.

Key words: lifting mechanism, lever-eccentric, walking beam, conveyor, technique, calculations, layout, design.